

Japan Patent Dept.

Publicized Report of Patent

No. H 10-82902

Date of publicizing: March 31, 1998 .

Int. Cl.	Distinguishing No.	Adjustment No. in Office	F1
G 02 B 5/04			G 02 B 5/04 A
5/08			5/08 B

Request for examination: yes

Number of requested claims: 1

Application number: No. H 9-113288

Indication of division: division of Japan patent No. S 61-27790

Application date: Nov. 20, 1986

Priority right claim number: 799869

Date of priority right: Nov. 21, 1985

Country claiming the priority right: U.S.A. (US)

Applicant: Minnesota Mining and Manufacturing Co.

3M Center (no house number) St. Paul, MN 55144-1000, U.S.

Inventor: Sanford Cob Jr.

Minnesota Mining and Manufacturing Co.

3M Center (no house number) St. Paul, MN 55144-1000, U.S.

Assigned representative: Eiji Katayama, patent attorney (and 1 other)

Detailed report

(Name of invention)  
thin, transformable film

Abstract  
(Object)

This invention offers a thin, transformable film which has been improved. It is made from transparent material which has a structural surface on one side. This structural surface attains complete internal reflection, i.e. rays incident at an angle less than a certain angle will be entirely reflected inside.

(Solution)

This invention offers a new thin transformable film made of an appropriate transparent material with a structural surface on one side and a smooth surface on other side. The structural surface consists of tiny right angle isosceles prisms arranged in a straight line in order to form multiple projections and grooves. If the film is flat, the right angle side of each prism is approximately 45 degree to the smooth surface that is opposite from the structural surface.

## Sphere of patent request

### (Claim 1)

Claim 1 is concerning a film which has the following characteristic: It is a thin, transformable film made of transparent polymer material with a structural surface on one side and a smooth surface on other side. The structural surface consists of tiny right angle isosceles prisms arranged in a straight line in order to form multiple projections and grooves. The two right angle sides of the prism are approximately 45 degrees to the smooth surface that is opposite the structural surface.

### (Claim 2)

Claim 2 is concerning the film in claim 1 where there are at least 40 isosceles prisms per 2.5 cm.

### (Claim 3)

Claim 3 is concerning the film in claim 1 where the film does not have strength sufficient for self-supporting.

### (Claim 4)

Claim 4 is concerning the film in claim 1 where the transparent polymer material is polycarbonate.

### (Claim 5)

Claim 5 is concerning the film in claim 1 where the transparent polymer material is acryl.

### (Claim 6)

Claim 6 is concerning the film in claim 1 where the light incident on the smooth surface in a certain angular range is totally reflected inside.

### (Claim 7)

Claim 7 is concerning the film in claim 1 where the light incident on the structural surface in a certain angular range is totally reflected inside.

### (Claim 8)

Claim 8 is concerning the film in claim 1 which has the following characteristics. When the film is bent so that the smooth surface will be a smooth continuous arc without obvious discontinuities, it has approximately 70 prisms per 2.5 cm and approximately 0.38 mm thickness.

## Detailed explanation of the invention

[0001]

This invention is concerning a thin, transformable film made of transparent material. It has a structural surface on one side and a smooth surface on the other side. One surface can entirely reflect rays inside by a combination of the above surfaces.

[0002]

(Prior art)

For instance, as shown in U.S. patent No. 2,248,638, the use of a thin, transformable film with a structured surface to deflect light to one side is conventional knowledge to people in this technical field. In addition, a mirror has been used to reflect rays. How to make mirrors is also conventional knowledge to people in this line of business as stated in U.S. patent No. 2,723,919. However, the use of mirrors is limited. Mirrors currently on the market, even if new, have reflectivity in the range of approximately 75 to 95 %, and this is the limit. The reflective coating fades as time passes, and reflectivity drops.

[0003] As indicated in U.S. patent No. 2,175,067, No. 4,260,220 for example, the principle of total internal reflection has long been acknowledged by optical technicians as a replacement for a mirror in projection lighting equipment. It is used for various optical devices such as a roof prism used for certain kinds of periscopes or a roof prism used for certain models of single lens reflex cameras or a prism for certain kinds of binoculars. However, such a device is huge and bulky.

[0004]

(Problem that this invention tries to solve)

This invention offers an improved, thin, transformable film which is made of transparent material that has a structural surface on one side. On this structural surface, total internal reflection is attained when light is incident in a certain angular range. This improved film does not require any coating. Therefore, its efficiency can be maintained for a long period of time. Finally, since the film can be transformed, it can be formed into various shapes and also can be used in many ways.

[0005]

(Steps for solution)

This invention offers a thin, transformable film made of a transparent polymer material with a structural surface on one side and a smooth surface on the other side. The structural surface consists of tiny right angle isosceles prisms arranged in a straight line in order to form multiple projections and grooves. The two right angle sides of the prism form approximately a 45 degree angle with the smooth surface that is opposite from the structural surface.

[0006]

(Function)

Since reflectivity is maintained when the smooth surface becomes an arc shape, this film can be used in many ways. For instance, since the film is transformable, it can be used for concentrating solar energy.

[0007] The biggest advantage is that this transformable film can, by placing the right angle isosceles prisms in a straight line in parallel, perpendicular, or at a certain angle to the tube axis, it can be formed into a light guide or optical tunnel with various sectional shapes. However, when the rays are oriented properly to the conductive tube, they are entirely reflected along the conducting tube and also are selected.

[0008]

(Example of practice)

This invention is going to be explained in detail referring to the attached figures. In figure 1A and figure 1B, the thin, transformable film used in this invention is item number 10. It has a structural surface 12 on one side and a smooth surface 14 on side opposite from the structural surface, and it consists of a transparent polymer material. As shown in figure 2, rays that hit any of surface 12 or 14 within a certain angular range are entirely reflected inside by the other surface. Rays are entirely reflected inside when rays refracted by the 1<sup>st</sup> surface hit the 2<sup>nd</sup> surface at a certain angle more than the critical angle measured from the perpendicular. This critical angle in gas is defined as an arcsin in inverse proportion to the refractive index of the material. As show in figure 3, most of the incident light hitting any surface 12 or 14 outside the above angular range is transmitted, and the remaining part is reflected. In other words, rays incident on the smooth surface 14 with a certain angular range to the normal are transmitted from the structural surface 12 with the narrower angle range. Rays incident on the structural surface 12 with a narrower angular range to the normal line of the smooth surface 14 are transmitted from the smooth surface 14 with a wider angular range. In any condition, absorption by the material can be ignored

[0009] As shown in figure 2 and figure 3, the structural surface 12 consists of tiny isosceles prisms 16 with almost a right angle arranged in a straight line. They are arranged to form multiple projections 17 and grooves 18 that extend along the length of the film 10. If the film is flat, the right angle side 20 makes an angle ( $\alpha$ ) at approximately 45 degree to the smooth surface 14 next to it. In addition, when the film 10 is bent and the smooth surface 14 becomes a continuous arc, the angle alpha ( $\alpha$ ) changes from 45 degrees as shown in figure 4 and figure 5. Side 20 is curved because of compression or tension in the film. It was found that these conditions do not influence the performance of the film 10 for many purposes.

[0010] The specific material used for the film 10 can be changed, and the material is normally transformable. However, for specific purposes, a film that is not self supporting is meant. Concerning elasticity of the film, it is best if it is defined as a smooth surface 14 which is bendable into a smooth and continuous arc free of discontinuities such as deflection, rips, cuts, etc. However, the material must be transparent, preferably of uniform quality and isotropic. Polymer material useful for this invention is sold as acryl and polycarbonate with a refractive index such as 1.493 and 1.586. Other useful polymers include polypropylene, polyurethane, polystyrene, vinyl chloride, etc. As long as the function explained this detailed report is offered, the specific polymer material is not important in this invention. Normally, the manufacturer of this product selects the best polymer material on the market based on price, purpose, and the manufacturing process. However, interest in polycarbonate is especially high since it has a high refractive index and excellent physical properties.

[0011] There are many methods that produce film according to this invention in large amounts continuously. These are conventional knowledge to people in this field. For instance, there are U.S. patent No. 3,689,346, No. 4,244,683, No. 4,576,850, and British patent No GB2,2127,344A. In addition, conventional methods that produce strong sheets in mass amounts such as compression molding, welding, and calendar processing are

included. For this invention, the specific manufacturing method is not essential, and it is selected based on economy and feasibility.

[0012] Performance or adoptability of the film depends on its elasticity, for example, as the film 10 is bent into various shapes such as a tube or cylinder. The film thickness is important in this invention. The diameter  $D$  of the minimum cylinder that can be formed from a film which has thickness  $T$  measured from the smooth surface 14 to the bottom of the grooves 18 is regulated by formula  $D = T \cdot C$ .  $C$  is a basic number related to the coefficient of elasticity of the specific material. The size of the prisms 16 is at least 40 per 2.5 cm minimum, and when the specific film thickness is  $T$ , it can be bent to form a smooth surface 14 in a continuous arc while maintaining total internal reflection. It was found that an acrylic film with fine prisms has approximately 200 basic number  $C$ . For instance, it has approximately 70 prisms per 2.5 cm. An acrylic film with 0.38 cm thickness has approximately 7.6 cm minimum diameter. Meanwhile, it has sufficient elasticity which can be bent easily into a cylinder with a smooth and continuous surface without breaking. In addition, this film has sufficient strength to maintain its shape easily when it is bent into a cylinder with approximately 45.7 cm diameter. Since it maintains its reflectivity accordingly, the film is designed to be used in various ways. At the same time, as shown in U.S. patent No. 4,260,220, the former requirement that an optical surface has to be flat is superseded.

[0013] As shown in figure 1A, a ray  $A$  which is incident on the smooth surface at a certain angle  $I_1$  to the normal line  $N$  to the smooth surface 14 is refracted, and it is totally reflected inside the structural surface 12. Ray  $A$  and normal line  $N$  are both on a plane perpendicular to the direction  $p$  where the prisms 16 of the structural surface 12 are positioned. Ray  $A$  is entirely reflected inside, and it comes out as reflected light  $A'$  which is still inside the same surface. Similar to this, on a surface which is not perpendicular to direction  $p$ , another ray  $B$  is incident to the smooth surface 14 with an angle  $I_2$ . Incident light  $B$  is reflected inside, and it comes out as ray  $B'$  on another surface which is made by the incident light  $B$  and direction of prisms  $p$ .

[0014] Various adaptations and examples of use of the film 10 according to this invention are explained in the several examples following. For instance, the film 10 can be attached to a parabola 30 of hard and strong material which supports the film 10 in order to form a concentrating device for solar energy as shown in figure 6. Accordingly, solar energy  $S$  which is incident on the smooth surface 14 is entirely reflected inside, and it is concentrated on the target 32.

[0015] The most innovative and the brightest feature using this film 10 is that it can be formed into a conductive tube 40. Because of this, as shown in figure 7, the smooth surface 14 becomes a smooth and continuous arc. In addition, as shown in figure 4 and figure 5, the conductive tube 40 can be used to form a structural surface 14 with a concave surface inside or convex surface outside. Because of this, as shown in figure 7, rays are introduced to the conducting tube 40 by the light source  $L-S$ . In accordance with size and the position of the light source, a predetermined part of the rays are trapped by inner reflection. When the prisms 16 are parallel to the axis of the conductive tube 40, it comes out the other end.

[0016] Performance of the conductive tube 40 can be adjusted by adding diffusing particles or combining incomplete parts such as prism that are not optically smooth and (or) angles which are not optically sharp or projections. Because of this, the conductive

tube 40 functions as lighting equipment so that rays will be controlled and leaked. In order for controlled rays to be leaked, projections 17 that are normally sharp like a razor are dulled as shown in figure 8. The ratio of leakage to reflected rays is approximately  $r/p$ .  $r$  is the abstract radius of the rounded projection 17' of the prism 16'. Also,  $p$  is the space between grooves. Accordingly, by changing the radius  $r$  of projections 17', leakage can be adjusted. This adjustment should not be done later using an additional or specific dye or requiring tools. It should be done by changing the manufacturing parameters. To change the rounding of the projections economically, it was found that changing the following parameters is effective. (1) mold temperature, (2) molding pressure, (3) line speed, (4) tool temperature, (5) cooling speed, (6) amount of impurities in the polymer, etc. If a manufacturing method other than extrusion is used, other parameters can be used.

[0017] So that specialists in this field can practice the technique of this invention, the favorable example of practice of this invention has been explained. However, this explanation is only an example, and it is not meant to limit the range of this invention. The range of this invention is defined only by the sphere of patent request.

[0018]

(Effects of this invention)

The biggest advantage of this invention is, because the film is transformable, is that placing right angle isosceles prisms in parallel lines, perpendicular lines, or at a certain angle to the axis of the conducting tube, it can be used to form an optical tunnel with various sectional shapes. However, when rays are oriented properly to the conductive tube, rays are for the first time entirely reflected along the conducting tube and also are selected.

Simple explanation of figures

Figure 1A: enlarged cross section of the film according to this invention.

Figure 1B: enlarged cross section of the film according to this invention.

Figure 2: abstract figure of the end of the film according to this invention.

Figure 3: end surface of figure 2.

Figure 4: enlarged figure which is close to figure 2, where the film is bent in a smooth and continuous arc.

Figure 5: enlarged figure similar to figure 3, where the film is bent in a smooth and continuous arc.

Figure 6: Cross section of a parabolic solar energy concentrating trap which uses the film of this invention.

Figure 7: cross section of a conductive tube which uses the film according to this invention.

Figure 8: Abstract end figure of the film according to this invention where the projections are rounded so that light will be leaked.

(Explanation of symbols)

10: film

12: structural surface

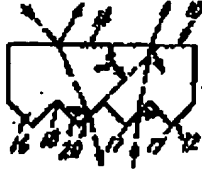
14: smooth surface.

- 16: prism
- 17, 17': projection
- 18: groove
- 20: right angle side
- 40: conductive tube.

[FIG. 2]



[FIG. 3]



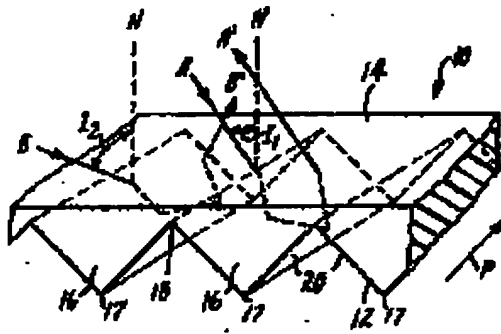
[FIG. 4]



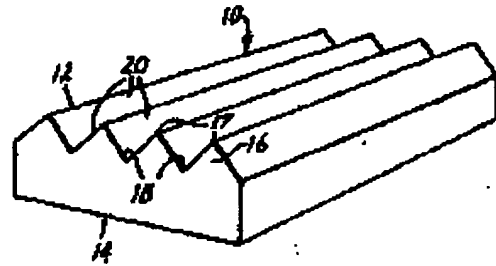
[FIG. 5]



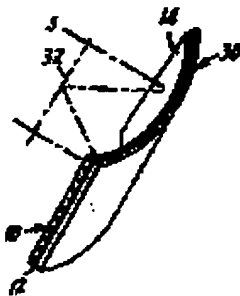
[FIG. 1A]



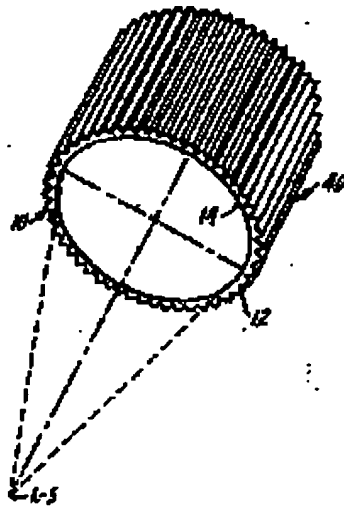
[FIG. 1B]



[FIG. 6]



[FIG. 7]



C

[FIG. 8]





(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-82902

(43) 公開日 平成10年(1998) 3月31日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B	5/04		G 0 2 B	5/04 A
	5/08			5/08 B

審査請求 有 発明の数 1 書面 (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平9-113286  
 (62) 分割の表示 特願昭61-277790の分割  
 (22) 出願日 昭和61年(1986)11月20日  
 (31) 優先権主張番号 7 9 9 8 6 9  
 (32) 優先日 1985年11月21日  
 (33) 優先権主張国 米国 (U S)

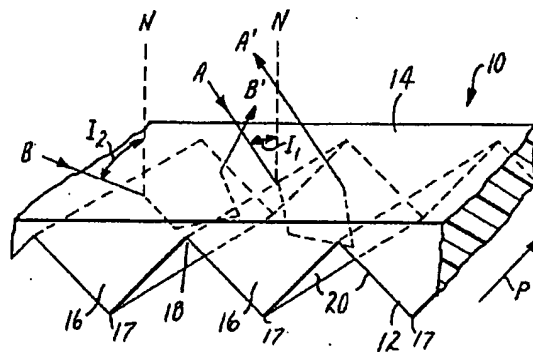
(71) 出願人 591226519  
 ミネソタ マイニング アンド マニフ  
 ァクチュアリング コンパニー  
 アメリカ合衆国ミネソタ州セント ポー  
 ル, 3エム センター (番地なし)  
 (72) 発明者 サンフォード コブ, ジュニア  
 アメリカ合衆国 ミネソタ州 セント ポ  
 ール 3エム センター (番地なし)  
 (74) 代理人 弁理士 片山 英二 (外1名)

(54) 【発明の名称】 薄い、変形可能なフィルム

(57) 【要約】

【課題】 ある角度範囲内で入射された光線が内方に全反射されるように内方全反射を達成する構造面を一方の側に有する透明材料から作られ、改良された薄い変形可能なフィルムを提供する。

【解決手段】 一方の側に構造面を、該構造面とは反対の他方の側に滑らかな面を有し、適当な透明材料から作られた新規の薄い変形可能なフィルムを提供する。構造面は複数の突起および溝を形成するために、並置された概ね直角の二等辺をもつ微小なプリズムが直線配列されたものから構成される。フィルムが平坦であると、各プリズムの直角の辺が構造面とは反対側の滑らかな面に対して概ね45度の角度をつける。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 一方の側に構造面を、該構造面とは反対の他方の側に滑らかな面を含み、透明の高分子材料で形成された薄い変形可能なフィルムであって、前記構造面が複数の突起と溝とを形成するために並置された、概ね直角の二等辺をもつ微小なプリズムの直線配列を含み、前記プリズムの直角の二辺が前記構造面と反対側の前記滑らかな面に対して概ね45度の角度をなしていることを特徴とするフィルム。

【請求項2】 請求項1に記載のフィルムにおいて、二等辺をもつプリズムが2.5センチメートル当たり少なくとも40個あることを特徴とするフィルム。

【請求項3】 請求項1に記載のフィルムにおいて、フィルムが自立するに十分な強度を有していないことを特徴とするフィルム。

【請求項4】 請求項1に記載のフィルムにおいて、透明の高分子材料がポリカーボネートであることを特徴とするフィルム。

【請求項5】 請求項1に記載のフィルムにおいて、透明の高分子材料がアクリルであることを特徴とするフィルム。

【請求項6】 請求項1に記載のフィルムにおいて、ある角度範囲で滑らかな面に当たる入射光が内方へ全反射されることを特徴とするフィルム。

【請求項7】 請求項1に記載のフィルムにおいて、ある角度範囲で構造面に当たる入射光が内方へ全反射されることを特徴とするフィルム。

【請求項8】 請求項1に記載のフィルムにおいて、フィルムが曲げられると、滑らかな面が目立った不連続性を伴うことなく滑らかで連続した円弧曲線に位置するように、厚さが約0.38ミリメートルで、2.5センチメートル当たり約70個のプリズムを有していることを特徴とするフィルム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、透明材料から作られ、一方の側に構造面を、前記構造面と反対の他方の側に滑らかな面を有し、その一局面が前記面の組合せにより内方へ光線を全反射しうる薄い変形可能なフィルムに関する。

【0002】

【従来技術】例えば米国特許第2,248,638号に示されているように一方の側を光線を偏向させるために構造面とした薄い変形可能なフィルムを形成することは当該技術分野の専門家には周知のことである。さらに、光線を反射させるためにミラーが使用されてきたし、ミラーの作り方も、例えば米国特許第2,723,919号に記載されているように当該技術分野の専門家には周知である。しかしながら、ミラーの使用には限度がある。市販されているミラーはたとえそれが新品であった

としても、反射性は通常約75%から約95%の範囲であって限度があり、時間の経過と共に反射被覆があせてきて、反射効率が低下する。

【0003】例えば米国特許第2,175,067号および同第4,260,220号に示されているように、長年にわたり内方全反射の原理がレフレクタや投光照明設備に対してミラーに代わるものとして光学技術者により認識されてきた。その用途は、例えばある種の双眼鏡のポロプリズムとか、ある型式のペリスコープに用いられるアミーチルーフプリズムや、ある型式の一眼レフカメラに用いられるルーフプリズムのような各種の光学器械に見出さる。しかしながら、そのような装置は巨大で、かつ嵩高い。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、ある角度範囲内で入射された光線が内方全反射されるように内方全反射を達成する構造面を一方の側に有する透明材料から作られ、改良された薄い変形可能なフィルムを提供する。さらに、改良フィルムは何ら被覆を必要としないので、長期にわたってその効率を維持することができる。最後に、フィルムが変形可能であるため、種々の形状に形成でき、かつ多様に利用できる。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明は、一方の側に構造面を、該構造面とは反対の他方の側に滑らかな面を有し、適当な透明材料から作られた新規の薄い変形可能なフィルムを提供する。構造面は複数の突起および溝を形成するために、並置された概ね直角の二等辺をもつ微小なプリズムが直線配列されたものから構成される。フィルムが平坦であると、各プリズムの直角の辺が構造面とは反対側の滑らかな面に対して概ね45度の角度をつける。

【0006】

【作用】滑らかな面が円弧となる場合に反射性を維持できるため、フィルムは多様に利用できる。例えば、フィルムが変形可能であるためトラフに用いた場合、太陽エネルギーの集中装置として利用できる。

【0007】フィルムが変形可能であるために特に科点とされることは、直線配列の直角の二等辺をもつプリズムを、導管の軸線に対して平行、直交方向、あるいは何らかの角度をつけて配置させることにより色々な断面形状の導管あるいは光学トンネルに形成しうることである。しかしながら、光線が導管に適正に向いたとき光線は初めて導管に沿って内方に全反射され、かつ運ばれるのである。

【0008】

【実施例】本発明を、同じ参照番号が対応する要素を示す添付図面を参照して以下詳細に説明する。第1A図と第1B図を参照すると、本発明に用いる薄い変形可能なフィルムは全体的に10で指示され、一方の側に構造面

12を、該構造面とは反対の他方の側に滑らかな面14を有し、透明な高分子材料から構成されている。第2図に示すように、ある角度範囲内で前記面12または14のいずれかに当たる入射光線は、他方の面で内方へ全反射される。光線は、第1の面により屈折されたその光線が法線に関して臨界角以上のある角度で第2の面に当たるとき、内方へ全反射される。この空気中の臨界角は該材料の屈折率の逆比例のアークサインと定義される。第3図に示すように、前記の角度範囲の外で前記面12または14のいずれかに当たる入射光のかなりの部分は透過され、残りの部分は反射される。すなわち、滑らかな面14にその法線に対して一定の角度範囲をもって入射する光線は構造面12からより狭い角度範囲をもって透過され、また、滑らかな面14の法線に対して狭い角度範囲をもって構造面12に入射する光線は滑らかな面14からより広い角度範囲をもって透過される。いずれの状態においても、該材料による光線の吸収は無視しうる程度である。

【0009】構造面12は、第2図と第3図とに示すように、フィルム10の長さにわたって延びる複数の突起17と溝18とを形成するために並行関係で並置した概ね直角の二等辺をもつ微小なプリズム16を直線配列したものからなる。フィルムが平坦であると、直角の辺20は隣接する滑らかな面14に対して、約45度の角度 $\alpha$ を成す。さらに、フィルム10が曲げられ、滑らかな面14が連続した円弧曲線となると、前記角度 $\alpha$ は第4図と第5図に示すように、45度から変わる。辺20はフィルムの圧縮あるいは緊張のために湾曲する。これらの状態は、多くの用途においてフィルム10の性能に顕著な影響を与えないことが判明した。

【0010】フィルム10に使用する特定の材料は変わってもよいが、該材料は通常変形可能であるが、特定の用途においては自立するのに十分な剛性を有しないものが多い。フィルム10の弾性は、滑らかな面14が、例えば振れ、裂目、区切り等の目立った不連続性を有しない滑らかで連続した円弧となるように曲がり得るものと定義できれば最上である。しかしながら、該材料は透明で、好ましくは均質で等方性であることが不可欠である。この目的に対して有用な高分子材料は、例えば、それぞれ屈折率が1.493と1.586であるアクリルおよびポリカーボネートのように市販されている。その他の有用なポリマーとしては、ポリプロピレン、ポリウレタン、ポリスチレン、塩ビ等である。本明細書で説明する機能を提供する限り、選択された特定の高分子材料は本発明にとっては重要ではない。通常この製品の製造者は、価格、用途および製造過程に基づき、最良の市販高分子材料を選択する。しかしながら、屈折率が高く、物性に優れるためポリカーボネートに特に関心が集っている。

【0011】本発明によるフィルムを連続大量生産する方法は数々あり、それらは、本明細書に参考のために含めた、例えば米国特許第3,689,346号、同第4,244,683号、同第4,576,850号および英国特願第GB2,2127,344A号のように当該分野の専門家には周知である。さらに、剛性シートを大量生産する従来の方法には、圧縮成形、鋳造、カレンダ加工を含む。本発明にとっては特定の製造方法は本質的ではなく、それは経済性と利用可能性に基づく選択の問題である。

【0012】フィルムの性能や適用性は、フィルム10が例えばチューブ状即ち円筒状のように各種の形となるよう曲げうるようその弾力性によって左右されるので、フィルムの厚さは本発明にとって重要である。溝18の底に対して滑らかな面14から測定して厚さTを有する特定のフィルムを曲げうるようにする最小の円筒体の直径Dに対する近似値は等式 $D = T \cdot C$ により規定され、Cは特定材料の弾性係数に関連した常数である。プリズム16のサイズが微小で、2.5センチ当たり少なくとも40個であり、フィルム10の特定の厚さがTである場合、内方全反射を維持しながら滑らかな面14が滑らかな連続した円弧曲線となるように曲げることができる。微小な大きさサイズのプリズムを有するアクリルフィルムではそれに関連した約200の常数Cを有することが判明した。例えば、2.5センチ当たり約70個のプリズムを有する、厚さが0.38ミリのアクリルフィルムは、最小直径が約7.6センチであり、一方破断することなく滑らかな連続した円弧面を保持する円筒体となるよう容易に曲げることのできる十分な弾性を有する。さらに、そのようなフィルムは、直径が約45.7センチの円筒体に曲げられた場合、その形状を簡単に持続しうるのに十分な剛性と自立性を有する。このように反射性を保ちうることによって、該フィルムを多様に利用できるようにし、かつ米国特許第4,260,220号が教示するように光字作用面を平坦形状にかたくないに保持すべしとの従来の要求を排除する。

【0013】第1A図に示すように、滑らかな面14に対する法線Nに対してある角度 $I_1$ で前記滑らかな面に入射する光線Aは屈折され、構造面12において内方に全反射される。光線Aと法線Nとは双方共、構造面12の直線配列のプリズム16が位置する方向pに垂直な面内にある。光線Aは内方に全反射され、依然として同じ面内にある反射光A'として出てくる。同様に、方向pに対して垂直でない面において、 $I_2$ の角度で滑らかな面14に入射する別の光線Bが示されている。入射光Bは内方に反射され、入射光Bとプリズムの方向pとによって画定される別の平面において光線B'として出てくる。

【0014】本発明によるフィルム10の各種の応用および使用例を数例以下説明する。例えば、フィルム10

は、第6図に示すように、太陽エネルギーの集中装置を形成するために該フィルム10を支持する硬質剛性材料製のパラボラトラフ30に取付けることができる。このように、滑らかな面14に入射する太陽エネルギーSは内方へ全反射され、直線状の目標32に集中されて出てくる。

【0015】フィルム10の最も将来性があり、かつ画期的な使用法は、それが管状の光線導管40に形成されることであって、そのため第7図に示すように、滑らかな面14が滑らかな連続した円弧曲線となる。さらに、第4図と第5図に示すように、導管40には、内側の凹面あるいは外側の凸面に構造面14を形成することができる。このため、第7図に示すように、光線は光源18により導管40に導かれ、光線の大きさと位置に応じて、光線の所定部分が内方反射によって捕捉され、プリズム16が導管40の軸線に対して平行に位置すると他端から出ていく。

【0016】導管40の性能は、拡散粒子を添加したり、あるいは、例えば窓ないしは光学的に滑らかでないプリズムの側部および（または）光学的に鋭くない角あるいは突起等のような不完全部分を組み入れることにより調整でき、そのため導管40は光線が制御されて漏れるようにして照明装置として作用する。制御された光線が漏れるようにするために、通常光線伝送のためカミソリ状に鋭くする突起17を第8図に示すように鈍く、即ち丸味をつければよい。反射に対する光線の漏れの比率は $r/p$ 程度となり、 $r$ はプリズム16'の丸くされた突起17'の概略半径で、 $p$ は溝の間隔である。このように、突起17'の半径 $r$ を変えることにより、光線の漏れを制御できる。この制御は、例えば付加的な、あるいは特殊なダイまたは工具を要するような、後での製造あるいは変更作業を伴うことなく、あるいは製造工程のパラメータを変えることにより行うことが好ましい。突起の繰返しおよび丸味付け作業を制御するには以下のパラメータを変えることが効果的かつ経済的であることが判明した。（1）成型型の温度、（2）成型型の圧力、（3）ライン速度、（4）工具の温度、（5）冷却速度、（6）ポリマーに添加する不純物の量、等である。押出成形以外の製造方法を採用すれば、別のパラメータを適用すればよい。

【0017】当該分野の専門家が本発明の技術を実行できるように本発明の好適な実施例を説明してきたが、前記の説明は例示的なものであって、本発明の範囲を限定するために使用すべきでない。本発明の範囲は特許請求の範囲のみによって定義されるべきである。

【0018】

【発明の効果】フィルムが変形可能であるために特に利点とされることは、直線配列の直角の二等辺をもつプリズムを、導管の軸線に対して平行、直交方向、あるいは何らかの角度をつけて配置させることにより色々な断面形状の導管あるいは光学トンネルに形成しうることである。しかしながら、光線が導管に適正に向いたとき光線は初めて導管に沿って内方に全反射され、かつ運ばれるのである。

【図面の簡単な説明】

【図1A】本発明によるフィルムの拡大斜視図である。

【図1B】本発明によるフィルムの拡大斜視図である。

【図2】本発明によるフィルムの概略端面図である。

【図3】図2の倒立端面図である。

【図4】フィルムが滑らかな連続した円弧曲線に曲げられた際のフィルムを示す、図2と類似の拡大した図である。

【図5】フィルムが滑らかな連続した円弧曲線に曲げられた際のフィルムを示す、図3と類似の拡大した図である。

【図6】本発明によるフィルムを用いた、パラボラ状太陽エネルギー集中トラフの斜視図である。

【図7】本発明によるフィルムを用いた光線導管の斜視図である。

【図8】光線が漏れるように突起に丸味をつけた本発明によるフィルムの概略端面図である。

【符号の説明】

10…フィルム

12…構造面

14…滑らかな面

16…プリズム

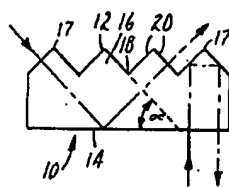
17、17'…突起

18…溝

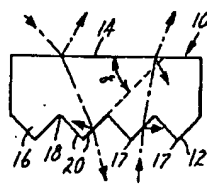
20…直角な辺

40…導管

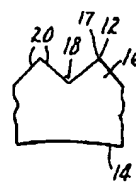
【FIG. 2】



【FIG. 3】



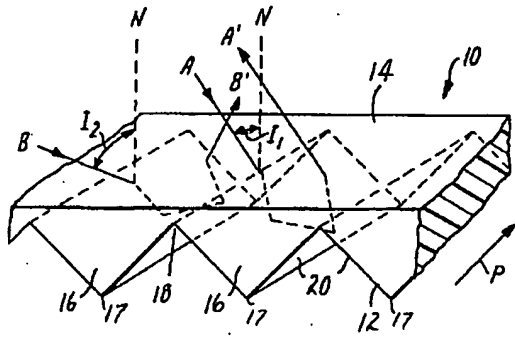
【FIG. 4】



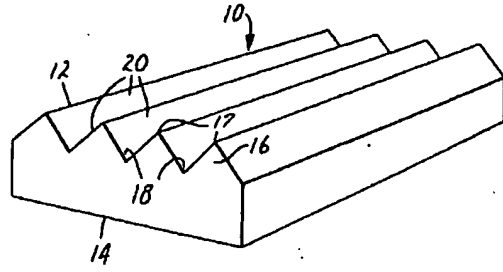
【FIG. 5】



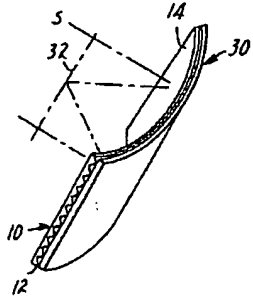
【FIG. 1A】



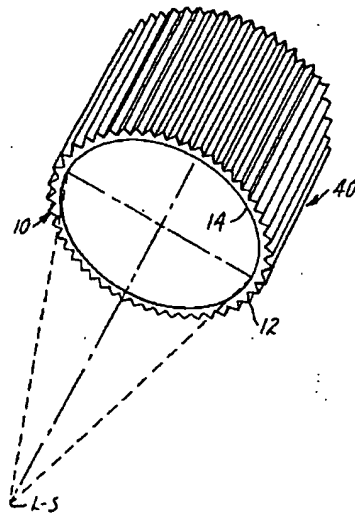
【FIG. 1B】



【FIG. 6】



【FIG. 7】



【FIG. 8】

